

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
Please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(20) Offenlegungsschrift
(20) DE 199 63 917 A 1

(5) Int. Cl. 7:
G 11 B 5/60

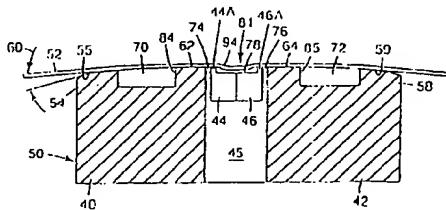
DE 199 63 917 A 1

(7) Aktenzeichen: 199 63 917.5
(7) Anmeldetag: 31. 12. 1999
(7) Offenlegungstag: 6. 7. 2000

(20) Unionspriorität:
225281 05. 01. 1999 US
(7) Anmelder:
Imation Corp., Oakdale, Minn., US
(7) Vertreter:
Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner, 50667
Köln

(7) Erfinder:
Fahimi, Aboutaleb Saeed, Oakdale, Minn., US;
Schwarz, Theodore Albert, Oakdale, Minn., US

- Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**
- (5) Negativ-Kopf-Kontur für eine Linear-Bandaufnahmeverrichtung, mit einem Bandverformungshohlraum
(7) Eine Magnetkopffvorrichtung für eine Linear-Bandaufnahmeverrichtung, mit einem Bandverformungshohlraum
weist einen Grenzflächen-Bereich auf, der mit einem im wesentlichen flachen Bereich (62, 64), welcher eine im wesentlichen rechteckige vordere Kante (84, 85) hat, und in dem flachen Bereich (62, 64) mit mindestens einem Hohlraum (78) versehen ist. Der Hohlraum (78) hat eine Tiefe zwischen ungefähr 0,5 µm und 20 µm. An dem flachen Bereich (62, 64) nahe dem Hohlraum (78) ist mindestens ein Lese-/Schreib-Element (74, 76) angeordnet. Die Bewegung eines dem Grenzflächen-Bereich passierenden Magnetbandes (52) erzeugt einen Druck unterhalb des Umgebungsdrucks. Das Band (52) wird bei seiner Bewegung über den Hohlraum (78) gebogen oder anderweitig verformt, um die Band-Stabilität an einer Grenzfläche (81) zu dem Lese-/Schreib-Element (74, 76) aufrechtzuhalten.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Magnetkopfvorrichtung zum Lesen, Wiedergeben und/oder Löschen magnetischer Information auf einer Spur eines flexiblen Magnetebandes, und insbesondere eine mit flacher Oberfläche ausgebildete, zur Erzeugung eines Negativdrucks (negative pressure) vorgesehene Kopf-Kontur mit einem Hohrraum bzw. einer Vertiefung, mittels dessen bzw. derer die Biegekraft des Bandes ausgenutzt wird, um eine stabile Beabstandung zwischen dem Kopf und dem Band zu erzielen.

Auf dem Gebiet der magnetischen Informationszeichnung existiert ein Trend zu höherer Informationsdichte, höherer Übertragungsrate, schnellerem Zugriff und vergrößerter System-Bandbreite durch Aufnahme und Wiedergabe von Signalen mit immer kürzerer Wellenlänge. Dieser Trend erfordert einen intimen Kontakt an der Grenzfläche zwischen dem Magnetkopf und dem Aufzeichnungsmedium.

Um beim Schreiben auf das Magnetband bzw. beim Lesen von diesem eine optimale Leistung zu erreichen, muss sich bewegende Band in enger und stabiler Nähe zu dem Magnetkopf gehalten werden. Wenn die Trennung bzw. der Zwischenraum zwischen Kopf und Band, d. h. die "Flughöhe" oder "Gleithöhe", zunimmt, verschlechtern sich die Betriebseigenschaften. Die Konsequenzen einer höheren Band-Flughöhe bestehen hauptsächlich in einer Abnahme der Lese-Amplitude und einer Aufwärtsverschiebung des Spitzen-Schreibstroms. Umgekehrt steigt die Lese-Amplitude an, wenn die Flughöhe abnimmt. Somit kann die Leistungsfähigkeit des Bandkopfes gesteigert werden, indem die Flughöhe minimiert wird.

Die Kontur des Magnetkopfes ist typischerweise zylindrisch. Bei höheren Bandgeschwindigkeiten wird eine an dem sich bewegenden Band anhaftende Lufschicht zwischen dem Magnetkopf und der Magnetkopf passierenden Bandoberfläche eingeschlossen, was die Auswirkung hat, dass das Magnetband über dem Kopf "schwebt". Die mitgeführte Luft wirkt als Luflager, das das Band von der Kopf-Kontur abhebt und somit das Aufzeichnungsmedium von der Grenzfläche trennt, so dass das Signal beeinträchtigt wird.

Der intime Kontakt zwischen dem Band und dem Magnetkopf an der Grenzfläche wird typischerweise durch eine Kombination aus einer größeren Bandspannung am Magnetkopf und einem stärkeren Aufrücken - sozusagen einem "Eindringen" des Magnetkopfes auf bzw. in das Band erhöht. Ein weiterer Ansatz zum Minimieren des Flughöhe bei zylindrischen Magnetköpfen besteht in der Ausbildung von Abzugschlitten. Abzugschlüsse sind Nuten in der Kontur-Oberfläche. Während sich das Band über den Kopf bewegt, tragen die Abzugschlüsse dazu bei, Luft von der Grenzfläche zwischen Kopf und Band abzuleiten, so dass die Verteilung der Lufschicht in Höhenrichtung reduziert wird. Somit funktionieren die Abzugschlüsse in analoger Weise zu dem Profil von Kraftfahrzeug-Reifen. Ähnlich wie das Profil von Kraftfahrzeug-Reifen das Ableiten von Wasser von der Reifen-Oberfläche fördert und dadurch ein Aquaplaning verhindert, tragen die Abzugschlüsse dazu bei, Luft von der Oberfläche der Kopf-Kontur weg zu leiten, um die Trennung zwischen Kopf und Band zu minimieren.

Ein optimiertes Design der Kopf-Kontur basiert typischerweise auf einer zylindrischen Oberfläche mit einem Krümmungsradius von ungefähr 4 mm bis ungefähr 8 mm und mit längs oder quer verlaufenden Luftabzugsnuten, um eine nur minimale Beabstandung zwischen Kopf und Band aufrechtzuhalten.

Bei einer typischen Grenzfläche zwischen Kopf und Band ist zwecks Erzielung eines engen Abstandes zwischen Kopf

und Band ein Eindringen des Kopfes in das Band von ungefähr 3 mm bis ungefähr 5 mm in Kombination mit einer Bandspannung von ungefähr 80 N/m bis ungefähr 120 N/mm vorgesehen.

- 5 Diese Vorkehrungen können jedoch einen erhöhten Verschleiß des Kopfes und eine Beschädigung des Bandes verursachen. Ein übermäßiger Verschleiß des Kopfes kann Veränderungen des Kopf-Profil oder, im Fall von Dünnsfilmköpfen, eine Erosion des Spaltes verursachen.
- 10 Beispielsweise entsteht nach längerer Gebrauchsduer an dem Magnetkopf typischerweise ein wellenförmiges Verschleißprofil in einer rechtwinklig zur Bewegung des Magnetebandes verlaufenden Richtung. Dieses Profil wird durch die Ungleichförmigkeit der Trennung von Kopf und Band über das Band hinweg verursacht. Anders ausgedrückt variiert die Flughöhe des Bandes über das Band hinweg von einem Punkt zum anderen. An Punkten niedriger Flughöhe ist der Verschleiß des Kopfes stärker ausgeprägt als an Punkten größerer Flughöhe.

- 20 Fig. 1A zeigt eine schematische Darstellung eines einfachen flachen Magnetkopfes 20 mit Lese-/Schreib-Elementen 22, die in einem flachen Bereich 24 angeordnet sind. Eine generelle Beschreibung dieses Magnetkopfes findet sich in Hinteregger et al., Contact Tape Recording with a Flat Head Contour, IEE Transactions on Magnetics, Vol. 32, Nr. 5; S. 3476, September 1996. Bei der Konfiguration gemäß Fig. 1A wird an der Grenzfläche 26 des sich in der Richtung 29 bewegenden Bandes 28 und der flachen Oberfläche 24 ein Bereich mit einem unter dem Umgebungsdruck liegenden Druck erzeugt. Figur 1B zeigt ein Diagramm des über die Länge des Magnetkopfes 20 hinweg herrschenden Drucks an der Grenzfläche 26. An dem vorderen Randbereich 30 des Magnetkopfes 20 wird von dem Band 28 Luft derart mitgeführt, dass der Zwischenraum zwischen dem Kopf und dem Band eine leicht divergierende Form 32 hat. Folglich liegt der Luftdruck in dem Bereich 32 unter dem Umgebungsdruck, wie Fig. 1B zeigt. Die Luft expandiert in dem Bereich 32 zwischen dem Band 28 und dem flachen Bereich 24 und erzeugt eine Saugkraft unter dem Band 28. Der Luftdruck verbleibt generell konstant und unterhalb des Umgebungsdrucks, und die Kopf-zu-Band-Beabstandung bleibt über den Rest des flachen Bereiches 24 hinweg generell konstant.

- 30 Der höchste Kontaktdruck tritt an dem vorderen Rand 30 des Magnetkopfes 20 auf. Bei niedrigen Umwicklungswinkel, die typischerweise im Bereich von ungefähr 2° liegen, und reduzierter Bandspannung kann der zentrale Bereich 24 des Bandes 28 aufgrund von Band-Flattern eine Instabilität erfahren. Diese Instabilität unterliegt einer empfindlichen Beeinflussung durch Schwankungen der Bandgeschwindigkeit und der Bandspannung. Die Instabilität des Bandes 28 in dem zentralen Bereich 34 kann den Verschleiß der Lese-/Schreib-Elemente 22 erhöhen und die elektrische Leistung des Magnetkopfes 20 beeinträchtigen.

- 35 Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Magnetkopfvorrichtung zu schaffen, bei der die oben angeführten Nachteile des Standes der Technik vermieden werden.

- 40 Zur Lösung der Aufgabe wird eine Magnetkopfvorrichtung gemäß Anspruch 1 vorgeschlagen; vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

- 45 Der mit der Erfindung vorgeschlagene Magnetkopf mit Negativdruck-Kontur ist weniger empfindlich gegenüber der Bandgeschwindigkeit und der Bandspannung; während er über einen großen flachen Bereich des Magnetkopfes hinweg eine im wesentlichen gleichförmige Beabstandung zwischen Band und Kopf aufrechterhält. Die abwärtsgerichtete Kraft, die erforderlich ist, um die Grenzfläche zwischen dem

Band und der erfindungsgemäßen Negativdruck-Kopf-Kontur beizubehalten, wird primär durch ein Luftlager mit unterhalb des Umgebungsdrucks liegendem Druck und durch die Biegekraft des Bandes verursacht, statt wie bei Stand der Technik – durch eine Kombination aus Kopf-Eindringung und Bandspannung. Der Druck des Luftlagers liegt im wesentlichen über den gesamten Magnetkopf hinweg unter dem Umgebungsdruck, so dass das Band an dem Grenzbereich abwärts auf den Magnetkopf gezogen wird. Eine auf das Etand einwirkende Biegekraft, die in dem Hohlraum bzw. der Vertiefung nahe den Lese-/Schreib-Elementen erzeugt wird, minimiert die Instabilität an der Grenzfläche, und zwar sogar bei hohen Bandgeschwindigkeiten. Da die Bandspannung und das Eindringen des Kopfes nicht mehr benötigt werden, um die gewünschte Kopf-zu-Band-Beabstandung zu erzielen, können diese Parameter minimiert werden, so dass ein Verschleiß des Kopfes sowie eine Beschädigung des Bandes reduziert werden.

Die Erfindung betrifft eine Magnetkopfvorrichtung in einer Linear-Bandvorrichtung, die einen Grenzflächen-Bereich mit einem im wesentlichen flachen Bereich, einer im wesentlichen rechteckigen Vorderkante und mindestens einem Hohlraum in dem flachen Bereich aufweist. Gemäß einer Ausführungsform hat der Hohlraum eine Tiefe zwischen ungefähr $0.5 \mu\text{m}$ und weniger als ungefähr $20 \mu\text{m}$. Mindestens ein Lese-/Schreib-Element ist in dem flachen Bereich nahe dem Hohlraum angeordnet. Durch die Bewegung des Bandes über den Grenzflächen-Bereich wird ein selbsterzeugender Zustand, in dem ein unter dem Umgebungsdruck liegender Druck herrscht – im folgenden als Unter-Umgebungsdruck-Zustand bezeichnet – herbeigeführt. Während das Magnetband über die Magnetkopfvorrichtung bewegt wird, wird es in den Hohlraum hinein gebogen oder anderweitig deformiert, wodurch die Band-Stabilität in dem Grenzflächen-Bereich und somit an der Grenzfläche zu den Lese-/Schreib-Elementen erhöht wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Grenzflächen-Bereich einen im wesentlichen flachen Bereich mit einer im wesentlichen rechteckigen Vorderkante und einem Paar von Hohlräumen in dem flachen Bereich auf. Der Hohlraum hat eine Tiefe zwischen ungefähr $0.5 \mu\text{m}$ und weniger als ungefähr $20 \mu\text{m}$. In dem flachen Bereich ist zwischen den beiden Hohlräumen mindestens ein Lese-/Schreib-Element angeordnet, so dass das an dem Grenzflächen-Bereich einschließlich des Hohlraums vorbeilaufende Magnetband einen Unter-Umgebungsdruck-Zustand erzeugt. Beim Passieren über einen jeden der Hohlräume wird das Magnetband deformiert, wodurch die Band-Stabilität an der Grenzfläche mit den Lese-/Schreib-Elementen erhöht wird.

Magnetbänder sind inhärent abrasiv und verursachen einen Abriss an den Aufzeichnungsköpfen. Bei hohen Bandgeschwindigkeiten kann der Kopf-Verschleiß massiv sein, falls die Kontur des Kopfes nicht korrekt konzipiert ist. Die erfindungsgemäße Negativdruck-Kopf-Kontur erzeugt einen relativ hohen Kontaktdruck an den Rändern des Magnetkopfes und einen gemäßigten Kontaktdruck an den Lese-/Schreib-Elementen, an denen die Magnet-Leistung am meisten durch Verschleiß beeinträchtigt wird. Folglich tritt an den Lese-/Schreib-Elementen ein geringerer Verschleiß auf. Zur Verstärkung der Ränder des Magnetkopfes können härtere Materialien verwendet werden, um die Kopf-Geometrie beizubehalten. Der harte Kontakt an den Rändern bietet den zusätzlichen Vorteil eines Abstreif-Effektes, mittels dessen das Eindringen von Verunreinigungen in den Lese-/Schreib-Spalt verhindert wird.

Zusätzlich zu den niedrigen Verschleiß-Eigenschaften erzeugt die erfindungsgemäße Negativdruck-Kopf-Kontur

eine (aufwärts- und abwärtsgerichtete) Selbstbalancierungs-kraft über einen weiten Bereich von Bandgeschwindigkeiten und Bandspannungen. Durch diesen Effekt wird der Einfluss der Bandgeschwindigkeit und der Bandspannung auf die 5 Kopf-zu-Band-Beabstandung während sämtlicher Betriebsphasen einschließlich des Anlaufs und des Abstellens der Bandvorrichtung reduziert. Beispielsweise sind die Kopf-zu-Band-Beabstandung, der Kontaktdruck und der Reynold'sche Druck an der Grenzfläche zu dem Lese-/Schreib-Element bei Bandgeschwindigkeiten von ungefähr 4 m/s bis mindestens 12 m/s im wesentlichen konstant. Gemäß einer weiteren Ausführungsform behält das Band seinen strikt erforderlichen Kontakt mit dem Lese-/Schreib-Element bei Bandspannungen von weniger als ungefähr 40 N/m und vorzugsweise weniger als 20 N/m bei einer Bandgeschwindigkeit von mindestens ungefähr 4 m/s aufrecht. Der Ausdruck "strikt erforderlicher Kontakt" bezieht sich auf einen mindestens leichten physischen Kontakt des Bandes mit den Lese-/Schreib-Elementen.

10 Die Grenzfläche zwischen den Lese-/Schreib-Elementen liegt auf dem flachen Bereich, ähnlich wie bei einer Hartplatten-Kopf-Konfiguration ("rigid disk head"). Aufgrund der Einfachheit dieses Designs kann der Kopf problemlos mit engen Toleranzen hinsichtlich der Flachheits-, Rauhigkeits- und Gesamt-Geometrie hergestellt werden. Die Vorder- und Hinterkanten des Magnetkopfes wirken aufgrund des hohen Kontaktdrucks als Abstreifer, die das Eindringen von Partikeln in den Grenzflächen-Bereich verhindern. Zusätzlich kann der Hohlraum nahe den Lese-/Schreib-Elementen als Sammelpunkt für Verunreinigungen an der Grenzfläche dienen.

15 Bei der gezeigten Ausführungsform ist die Kopf-Kontur derart ausgebildet, dass sie in bezug auf die Kopf-Mittellinie symmetrisch ist, um für Anwendungsfälle sowohl mit unidirektionaler als auch mit bidirektionaler Aufzeichnung verwendbar zu sein. Die Kopf-Kontur kann durch kleinere Änderungen an verschiedenen Band-Breiten und eine Anzahl verschiedener Lese-/Schreib-Spalte angepasst werden.

20 Die Erfindung betrifft ferner ein Magnetbandvorrichtung zum Aufzeichnen, Wiedergeben und/oder Löschen von Magnetinformation in einem Linear-Bandsystem oder für Magnetbänder mit Servo-Schreibfunktion.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1A eine schematische Darstellung einer herkömmlichen Flachkopf-Kontur;

Fig. 1B ein Schaubild des Luftdrucks unter dem Band entlang des Kopfes gemäß Fig. 1A;

Fig. 2A einen Querschnitt einer Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung;

Fig. 2B ein Schaubild des Druckprofils unter dem Band entlang des Kopfes gemäß Fig. 2A;

Fig. 3 eine Draufsicht auf die Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß Fig. 2A;

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht einer alternativen Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung;

Fig. 5A eine schematische Seitenansicht einer alternativen Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung;

Fig. 5B eine perspektivische Ansicht einer alternativen Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß Fig. 5A;

Fig. 6A ein Schaubild des Kontaktdrucks über die Länge der Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung;

Fig. 6B ein Schaubild des Reynold'schen Drucks über die Länge der Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung;

Fig. 6C ein Schaubild der Kopf-zu-Band-Beabstandung über die Länge der Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung;

Fig. 7 ein Schaubild der Kopf-zu-Band-Beabstandung an dem Lese-/Schreib-Spalt als Funktion der Bandgeschwindigkeit bei einer Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung;

Fig. 8 ein Schaubild des Kontaktdrucks an den Lese-/Schreib-Spalten als Funktion der Bandgeschwindigkeit bei einer Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung;

Fig. 9 ein Schaubild des maximalen Kontaktdrucks an den Lese-/Schreib-Spalten als Funktion der Bandgeschwindigkeit bei einer Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung;

Fig. 10 ein Schaubild der Kopf-zu-Band-Beabstandung an dem Lese-/Schreib-Spalt als Funktion des Kopf-Umwinkelungswinkels bei einer Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung;

Fig. 11 ein Schaubild des Kontaktdrucks an dem Lese-/Schreib-Spalt als Funktion des Kopf-Umwinkelungswinkels bei einer Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung;

Fig. 12 ein Schaubild des maximalen Kontaktdrucks als Funktion des Kopf-Umwinkelungswinkels bei einer Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung;

Fig. 13 ein Schaubild des maximalen Kontaktdrucks als Funktion der Hohlraum-Tiefe bei einer Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung;

Fig. 14A ein Schaubild des Kontaktdrucks über die Länge der Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung;

Fig. 14B ein Schaubild des Reynold'schen Drucks über die Länge der Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung; und

Fig. 14C ein Schaubild der Kopf-zu-Band-Beabstandung über die Länge der Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung.

Die Fig. 2A und 3 zeigen verschiedene Ansichten einer gemäß der Erfindung ausgebildeten Magnetkopfvorrichtung 50 zum Aufzeichnen, Wiedergeben und/oder Löschen von Information auf einer Spur eines flexiblen Magnetbandes 52. Die Magnetkopfvorrichtung 50 weist ein erstes Substrat 40 auf, auf dem ein magnetisches Dünnschicht-Lese-/Schreib-Element 74 angeordnet ist. Mit dem ersten Substrat 40 ist ein Schließstück 44 verbunden. Nahe dem ersten Substrat 40 ist ein zweites Substrat 42 mit einem magnetischen Dünnschicht-Lese-/Schreib-Element 76 und einem Schließstück 46 angeordnet. Die Schließstücke 44, 46 weisen jeweils vorstehende Teile 44A bzw. 46A auf. Die Schließstücke 44, 46 bilden einen offenen Bereich 45, der aus dem hinter der Magnetkopfvorrichtung 50 gelegenen Bereich einen Zugriff auf die Lese-/Schreib-Elemente 74, 76 ermöglicht.

Das erste Substrat 40 weist einen Lenkteil bzw. Auslegerteil 54, einen Abzugschlitz 70 und einen flachen Bereich 62 auf. Das zweite Substrat 42 weist einen Lenkteil bzw. Auslegerteil 58, einen Abzugschlitz 72 und einen flachen Bereich 64 auf. Die vorderen Kanten 84, 85 der flachen Bereiche 62 bzw. 64 sind im wesentlichen rechteckig. Bei der gezeigten Ausführungsform weisen die flachen Bereiche 62, 64 ferner die vorstehenden Teile 44A, 46A der Schließstücke 44 bzw. 46 auf. Die Substrate 40, 42 sind mit den Schließstücken 44, 46 derart verbunden, dass die flachen Bereiche 62, 64 und die vorstehenden Teile 44A, 46A eine flache, koplanare Oberfläche bilden. Die Schließstücke 44, 46 definieren einen Hohlraum 78, eine Vertiefung 78, der bzw. die nahe den Lese-/Schreib-Elementen 74, 76 angeordnet ist.

Die flachen Bereiche 62, 64, 44A; 46A, die Lese-/Schreib-Elemente 74, 76 und der Hohlraum 78 bilden einen Grenzflächen-Bereich 81, der sich zwischen den Rändern 84, 85 erstreckt. Durch die Bewegung des Bandes 52 wird ein selbsterzeugender Unter-Umgebungsdruck-Zustand an dem Grenzflächen-Bereich 81 erzeugt. Dieser Unter-Umge-

bungsdruck-Zustand bewirkt, dass sich das Band 52 bei: seiner Bewegung an den Lese-/Schreib-Elementen 74, 76 vorbei geringfügig an den Hohlraum 78 anpasst. Die leichte Verformung oder Biegung 94 des Bandes 52 erzeugt eine strukturelle Integrität, die einem Flattern oder anderer Instabilität entlang dem Grenzflächen-Bereich 81 des Magnetkopfes 56 entgegenwirkt.

Die Lenkteile 54, 58 erzeugen an den flachen Bereichen 62, 64 des Magnetbandes 52 einen Umwicklungswinkel 60 des Magnetbandes 52. Um das Kopf-Eindringen in das Magnetband 52 zu minimieren, halten die Lenkteile 54, 58 vorzugsweise einen Umwicklungswinkel im Bereich von ungefähr 1° bis ungefähr 5° bei. Die Flächen 55, 59 der Lenkteile 54 bzw. 58 haben einen Radius von ungefähr 6 mm bis 15 8 mm. Die Abzugschlüsse haben typischerweise eine Tiefe von mindestens ungefähr 0,1 mm, so dass der Luftdruck über und unter dem Magnetband 52 in diesen Bereichen im wesentlichen auf dem Umgebungsdruck liegt.

Fig. 2B zeigt ein Schaubild des Luftdruckprofils zwischen dem Magnetband 52 und der Magnetkopfvorrichtung 50. Aufgrund der Tiefe, Länge und Breite der Abzugschlüsse 70 und 72 ist in den Bereichen 80, 82 der Luftdruck unter dem Band 52 generell gleich dem (mit P_A , bezeichneten) Umgebungsdruck. Die an der Unterseite des Magnetbandes 52 mitgeführte Luft wird an der Kante 84 des flachen Bereiches 62 (oder der Kante 85 des flachen Bereiches 64, je nach der Richtung der Bandbewegung, da die Magnetkopfvorrichtung 50 vorzugsweise bidirektional ist) aufgehalten. Dieser Effekt erzeugt einen Zustand reduzierten Drucks in dem Bereich 86, welcher dem flachen Bereich 62 entspricht. Da der Hohlraum 78 relativ niedrig ist, setzt sich der Zustand reduzierten Drucks durch den Hohlraum-Bereich 90 fort. Der Negativdruck-Zustand wird in dem flachen Bereich 64, der dem Bereich 92 entspricht, aufrechterhalten. Der selbsterzeugende Zustand eines Unter-Atmosphäre-Drucks wird in den Bereichen 86, 80, 92 durch die Bewegung des Bandes erzeugt. Schließlich, während sich das Magnetband 52 zu den Abzugschlüßen 72 weiterbewegt, wird sowohl über als auch unter dem Band ein Umgebungsdruck-Zustand wiederhergestellt.

Der Kontaktdruck in dem Hohlraum-Bereich 90 gemäß Fig. 2B liegt generell in dem gleichen Bereich wie derjenige, der für den angrenzenden flachen Bereich 62, 64 angegeben ist, welche als Bereiche 86 bzw. 92 gezeigt sind. Es besteht die Möglichkeit, dass der Kontaktdruck in dem Hohlraum-Bereich 90 etwas größer oder kleiner ist als derjenige in den angrenzenden flachen Bereichen 62, 64, solange sich sämtliche drei Bereiche 86, 90, 92 auf Unter-Umgebungsdruck befinden. Die Größe des Unter-Umgebungsdrucks muss hinreichend sein, um das Band 52, während dieses den Hohlraum 78 passiert, zu verformen oder zu biegen. Durch Ändern der Tiefe oder Breite des Hohlraums 78 können Änderungen des Kontaktdrucks und des Hohlraum-Bereichs 90 vorgenommen werden.

Bei der gezeigten Ausführungsform hat typischerweise jeder der flachen Bereiche 62, 64 eine in Bandbewegungsrichtung gemessene Länge von ungefähr 0,5 mm bis ungefähr 3 mm. Der Hohlraum 78 hat in Bandbewegungsrichtung eine Länge von ungefähr 0,5 mm bis ungefähr 2 mm. Der Hohlraum 78 hat vorzugsweise eine Tiefe von mindestens 0,5 µm bis ungefähr 20 µm oder weniger, besonders bevorzugt von ungefähr 0,5 µm bis ungefähr 5 µm und insbesondere ungefähr 0,5 µm bis 3 µm.

Wie Fig. 3 am besten zeigt, kann die Breite 79 des Hohlraums 78 rechtwinklig zur Bandbewegungsrichtung gemessen werden, oder größer als die Breite 53 des Bandes 52 oder dieser gleich sein. Alternativ kann der Hohlraum 78 eine Breite 79' haben, die sich über die volle Breite der (geschriften)

chelt gezeigten) Magnetkopfvorrichtung 50 erstreckt. Da der Hohlraum 78 extrem niedrig ist, wird der Unter-Atmosphäredruck-Zustand über den Grenzflächen-Bereich 81 hinweg unabhängig davon aufrechterhalten, ob die Breite des Hohlraums 78 kleiner oder größer als die Breite 53 des Bandes 52 oder dieser gleicht. Die Breite der Lese-/Schreib-Elemente 74, 76 ist typischerweise kleiner als die Breite 53 des Magnetbandes 52. Die vorderen Kanten 84, 85 der flachen Bereiche 62 bzw. 64 weisen vorzugsweise ein extrem hartes Material auf, beispielsweise Al-TiC (Al_2O_3 -TiC). Die flachen Bereiche 62, 64 sind vorzugsweise mit einem Flachheitsgrad von weniger als ungefähr 100 Nanometer und einer Oberflächenrauhigkeit von weniger als ungefähr 100 Nanometer RMS auf. Der gesamte Grenzflächen-Bereich 81 hat vorzugsweise einen Flachheitsgrad von weniger als ungefähr 100 Nanometer.

Fig. 4 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht der Magnetkopfvorrichtung 50 gemäß Fig. 3, bei der die Darstellung der verschiedenen Schichten entfällt. Der Hohlraum 78 kann sich alternativ gemäß Fig. 3 bis zu dem Rand der Magnetkopfvorrichtung 50 erstrecken.

Fig. 5A zeigt eine schematische Darstellung einer alternativen Magnetkopfvorrichtung 100 gemäß der Erfindung. Die Magnetkopfvorrichtung 100 weist ein Paar von Substraten 130, 132 auf, an denen Lese-/Schreib-Elemente 104, 106 angeordnet sind. Schleifstücke 134, 136 bilden eine Grenzfläche zwischen den Substraten 130, 132. Die Substrate 130, 132 weisen flache Bereiche 116 nahe Hohlräumen 110 bzw. 112 auf. An den gegenüberliegenden Seiten der Hohlräume 110 bzw. 112 sind flache Bereiche 113, 115 an den Substraten 130 bzw. 132 angeordnet. Die Schleifstücke 134, 136 sind zwischen den Lese-/Schreib-Elementen 104, 106 angeordnet. Die flachen Bereiche 108, 113, 114, 115, 116 sind vorzugsweise planar. Die flachen Bereiche 114, 116 sind nahe Abzugschlitten 118 bzw. 120 ausgebildet. Halteile bzw. Ausleger 138, 140 sind hinter den Schlitten 118 bzw. 120 angeordnet.

Fig. 5B zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer alternativen Magnetkopfvorrichtung 100 gemäß Fig. 5A, wobei die Darstellung der verschiedenen Schichten entfällt. Obwohl sich die Hohlräume 110, 112 in der Figur bis zu dem Rand der Magnetkopfvorrichtung 100 erstrecken, können sie alternativ vor dem Rand enden, wie Fig. 4 zeigt.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 5A verläuft der Grenzflächen-Bereich 126 zwischen den Rändern 122 und 124 der Magnetkopfvorrichtung 100. Der Unter-Umgangsdruck-Zustand erstreckt sich im wesentlichen über den Grenzflächen-Bereich 126. Wie bereits anhand Fig. 2A erläutert wurde, kann das Profil des Kontaktdrucks in den Hohlräum-Bereichen 110, 112 durch Verändern der Tiefe, Breite und Länge der Hohlräume eingestellt werden. Die Ausführungsform gemäß Fig. 5A bietet den Vorteil, dass die Trennung zwischen den Lese-/Schreib-Elementen 104, 106 eingestellt und vorzugsweise minimiert werden kann, während dennoch eine adäquate Länge der Hohlräume 110, 122, gemessen in Bandbewegungsrichtung, beibehalten wird.

Beispiel 1

Das Design der Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der Erfindung basiert auf zwei- und dreidimensionalen Computersimulationen der Kopf-zu-Band-Grenzfläche. Bei den Simulationen wurden numerische Lösungen der Reynold'schen Gleichungen verwendet, welche in Verbindung mit der Gleichung zur Band-Elastizität benutzt wurden. Die im folgenden aufgeführten Ergebnisse basieren auf den Elastizitäts- und Oberflächen-Eigenschaften eines magnetischen Aufzeichnungsmediums mit 18 Gauge, das bei einer

Anzahl von Produkten von Imation Corp. verwendet wird, z. B. der Datenband-Cartridge mit der Handelsbezeichnung TRAVAN von Imation. Die Ergebnisse der Simulation für die Kopf-zu-Band-Grenzfläche wurden mittels eines Glaskopfes der im folgenden beschriebenen Geometrie und unter Verwendung monochromatischer Interferometrie-Techniken verifiziert. Mittels Interferometrie lässt sich auch verifizieren, ob eine bestimmte Magnetkopfvorrichtung den strikt erforderlichen Kontakt bei verschiedenen Drücken, Bandspannungen, Bandgeschwindigkeiten etc. beibehält.

Die Ergebnisse der zweidimensionalen Simulationen betreffen ein Band mit einer Dicke von 7,5 µm bei einer Bandspannung von ungefähr 87,56 N/m und einer Bandgeschwindigkeit von ungefähr 5,08 m/s. Bei den Simulationen wurde ein Umwicklungswinkel von ungefähr 1° in bezug auf die Lenkenteile und ein Hohlraum mit einer Tiefe von ungefähr 1 µm verwendet. Die flachen Bereiche und der Hohlraum hatten in der Bandbewegungsrichtung eine Länge von ungefähr 2 mm. Die Kopf-zu-Band-Beabstandung betrug ungefähr 35 nm, und der Reynold'sche Druck war über einen weiten Bereich des Kopfes hinweg, außer in den Übergangszonen, niedriger als der Umgebungsdruck.

Die Negativdruck-Kopf-Kontur war generell gemäß der Darstellung in Fig. 2A, 3 und 4 ausgebildet.

Fig. 6A zeigt den Kontaktdruck als Funktion des Relativ-Abstandes über den Magnetkopf. Die horizontale Achse zeigt den Relativ-Abstand in der Bewegungsrichtung des Bandes in mm. Die Bandbewegung erfolgt von links nach rechts. Das mit 0,0 bezeichnete Zentrum ist das Zentrum des Hohlraums. Der Hohlraum erstreckt sich ungefähr um 1,0 mm zu beiden Seiten des Zentrums. Die flachen Bereiche erstrecken sich ungefähr um 2,0 m zu beiden Seiten des Hohlraums. Die vertikale Achse gibt den Kontaktdruck in Atmosphären an. Der maximale Kontaktdruck ergibt sich an den Übergangszonen an den vorderen und hinteren Kanten des Hohlraums, bezeichnet mit -1,0 bzw. 1,0, da sich das Band in den Hohlraum hinein biegt. Der maximale Kontaktdruck tritt auch an den Übergangszonen an den äußeren Kanten der flachen Bereiche auf, bezeichnet mit -3,0, 3,0, und zwar nahe den Abzugschlitten. In den übrigen Bereichen ist der Kontaktdruck relativ gleichförmig, insbesondere entlang den flachen Bereichen, die die Lese-/Schreib-Elemente aufweisen.

Fig. 6B zeigt den Reynold'schen Druck als Funktion des Relativ-Abstandes entlang des Magnetkopfes. Die horizontale Achse ist die gleiche wie in Fig. 6A. Wiederum tritt der maximale Reynold'sche Druck an den vorderen und hinteren Kanten der beiden flachen Bereiche auf, bezeichnet mit -3,0, -1,0 bzw. 1,0, 3,0. Fig. 6C zeigt die Kopf-zu-Band-Beabstandung als Funktion des Relativ-Abstandes über den Magnetkopf. Die horizontale Achse ist die gleiche wie in Fig. 6A. Die vertikale Achse gibt die Hohlräum-Tiefe in 10⁻⁷ m an. Die maximale Kopf-zu-Band-Beabstandung ergibt sich an den vorderen und hinteren Kanten des Hohlraums, bezeichnet mit -1,0 bzw. 1,0.

Zur Gewährleistung eines korrekten mechanischen Betriebs des Kopfes in einem Bandlaufwerk werden bei der Analyse die Bereiche der Bandspannung und der Bandgeschwindigkeit berücksichtigt. Für eine Bandgeschwindigkeit von ungefähr 1 m/s bis ungefähr 10 m/s wird eine typische Bandspannung von ungefähr 20 N/m bis ungefähr 100 N/m angenommen. Gemäß Fig. 7 reduziert sich die Kopf-zu-Band-Beabstandung an dem Lese-/Schreib-Spalt mit abnehmender Bandspannung. Die Kopf-zu-Band-Beabstandung nimmt ab, wenn sich die Bandgeschwindigkeit erhöht, nachdem eine Bandgeschwindigkeit von ungefähr 4 m/s erreicht worden ist. Die Kopf-zu-Band-Beabstandung an dem Lese-/Schreib-Spalt ist weniger empfindlich gegen-

Über einer Bandgeschwindigkeit sogar von mindestens 12 m/s.

Gemäß Fig. 8 nimmt der Kontaktdruck, normalisiert auf den Umgebungsdruck, an dem Lese-/Schreib-Element mit der Bandspannung zu. Der Kontaktdruck an dem Lese-/Schreib-Element nimmt auch bei einem Anstieg der Bandgeschwindigkeit zu. Nachdem eine Bandgeschwindigkeit von ungefähr 4 m/s erreicht worden ist, ist der Kontaktdruck an dem Lese-/Schreib-Element weniger empfindlich gegenüber der Bandgeschwindigkeit, sogar bei Bandgeschwindigkeiten von mindestens 12 m/s.

Gemäß Fig. 9 steigt der maximale Kontaktdruck mit der Bandspannung an. Wie bei der Kopf-zu-Band-Beabstandung und dem Kontaktdruck an dem Lese-/Schreib-Element nimmt jedoch der maximale Kontaktdruck mit der Bandgeschwindigkeit zu, bis eine Bandgeschwindigkeit von ungefähr 4 m/s erreicht worden ist. Anschließend ist der Kontaktdruck weniger empfindlich gegenüber der Bandgeschwindigkeit, sogar bei Bandgeschwindigkeiten von mindestens 12 m/s. Die Kopf-zu-Band-Beabstandung an dem Lese-/Schreib-Element, der Kontaktdruck an dem Lese-/Schreib-Element und der maximale Kontaktdruck stabilisieren sich bei einer Bandgeschwindigkeit von ungefähr 4 m/s und sind bei Bandgeschwindigkeiten von mindestens 12 m/s im wesentlichen gleichmäßig.

Fig. 10-12 zeigen den Effekt des Umwicklungswinkels auf die Kopf-zu-Band-Beabstandung an dem Lese-/Schreib-Element, den Kontaktdruck an dem Lese-/Schreib-Element bzw. den maximalen Kontaktdruck. Wie oben erläutert, beträgt die Hohlraum-Tiefe ungefähr 1 µm, die Bandgeschwindigkeit ungefähr 5,08 m/s und die Bandspannung ungefähr 87,56 N/m. Wenn sich der Umwicklungswinkel vergrößert, wird die Kopf-zu-Band-Beabstandung kleiner, während der Kontaktdruck und der maximale Kontaktdruck geringfügig größer werden. Umwicklungswinkel von mehr als ungefähr 5° bewirken keine wesentliche Verbesserung der Kopf-zu-Band-Beabstandung, erhöhen jedoch den maximalen Kontaktdruck und den Bandverschleiß. Es ist anzunehmen, dass ein Umwicklungswinkel zwischen ungefähr 0,5° und ungefähr 5° die optimale Leistung ermöglicht.

Fig. 13 zeigt die effektive Hohlräum-Tiefe bei dem maximalen Kontaktdruck bei einem Umlistungswinkel von ungefähr 1° , einer Bandgeschwindigkeit von ungefähr $5,08 \text{ m/s}$ und einer Bandspannung von ungefähr $87,56 \text{ N/mm}$. Trotz des anfänglichen Anstiegs des maximalen Kontaktdrucks als Funktion der Hohlräum-Tiefe verändern sich die Kopf-zu-Band-Beabstandung und der Kontaktdruck an dem Element über einen Bereich von Hohlräum-Tiefen von ungefähr $1 \mu\text{m}$ bis ungefähr $5 \mu\text{m}$ nicht wesentlich. Bei einem sehr viel tieferen Hohlräum jedoch (mehr als ungefähr $10 \mu\text{m}$) wird der Gesamt-Kontaktdruck bei der Kopf-zu-Band-Beabstandung reduziert, wenn das Lese-/Schreib-Element größer ist. Wenn die Hohlräum-Tiefe bis ungefähr $30 \mu\text{m}$ vergrößert wird, arbeitet der Hohlräum verstärkt in der Weise eines Abzugschlitzes, und die Vorteile des Zustandes einer Unter-Umgebungstemperatur gehen verloren.

Beispiel 2

Das Beispiel 2 betrifft das Design der Negativdruck-Kopf-Kontur gemäß der mit zwei Hohlräumen versehenen Ausführungsform, die in Fig. 5A gezeigt ist. Die Daten basieren auf Computersimulationen der Kopf-zu-Band-Grenzfläche. Bei den Simulationen wurden numerische Lösungen der Reynold'schen Gleichungen verwendet, welche in Verbindung mit der Gleichung zur Band-Elastizität benutzt wurden. Die im folgenden aufgeführten Ergebnisse basieren auf den Elastizitäts- und Oberflächlichen-Eigenschaften einer

magnetischen Aufzeichnungsmediums mit 18 Gauge, das bei einer Anzahl von Produkten von Imation Corp. verwendet wird, z. B. der Daten-Card-Cartridge mit der Handelsbezeichnung TRAVAN von Imation.

- 5 Die Ergebnisse der zweidimensionalen Simulationen betreffen ein Band mit einer Dicke von 7,5 µm bei einer Bandspannung von ungefähr 87,56 N/m und einer Bandgeschwindigkeit von ungefähr 5,08 m/s. Bei den Simulationen wurde ein Umlenkungswinkel von ungefähr 1° in bezug auf die Lenkteile und ein Hohlraum mit einer Tiefe von ungefähr 1 µm verwendet. Der zentrale flache Bereich und die beiden Hohlräume hatten in der Bandbewegungsrichtung eine Länge von ungefähr 1 mm. Die flachen Bereiche an der Außenseite der beiden Hohlräume hatten jeweils eine Länge von ungefähr 5 mm. Die Kopz- zu-Band-Beabstandung betrug ungefähr 43 nm, und der Reynold'sche Druck war über einen weiten Bereich des Kopfes hinweg konstant, außer in den Übergangszenen.

Fig. 14A zeigt den Kontaktdruck als Funktion des Relativ-Abstandes über den Magnetkopf. Die horizontale Achse zeigt den Relativ-Abstand in der Bewegungsrichtung des Bandes in mm. Die Bandbewegung erfolgt von links nach rechts. Das mit 0,0 bezeichnete Zentrum ist das Zentrum des flachen Bereiches, der die Lese-/Schreib-Elemente aufweist.

25 Der Hohlraum erstreckt sich ungefähr um 0,4 mm zu beiden Seiten des Zentrums. Die Hohlräume erstrecken sich ungefähr um 0,8 mm zu beiden Seiten des flachen Bereiches. Die Hohlräume sind ungefähr bei -12,0, -4,0 bzw. 4,0, 12,0 entlang der horizontalen Achse angeordnet. Die flachen Bereiche außerhalb der Hohlräume sind ungefähr bei -16,0, -12,0 bzw. 12,0, 16,0 angeordnet.

Die vertikale Achse gibt den Kontaktdruck in Atmosphären an. Der maximale Kontaktdruck ergibt sich an den Übergangszonen an den vorderen und hinteren Kanten des Hohlraums, bezeichnet mit $-12,0$, $-4,0$ bzw. $4,0$, $12,0$, da sich das Band in den Hohlraum hinein biegt. Der maximale Kontaktdruck tritt auch an den äußeren Kanten der flachen Bereiche auf, bezeichnet mit $-16,0$, $16,0$, und zwar nahe den Abzugschlüßen. In den übrigen Bereichen ist der Kontaktdruck relativ gleichförmig, insbesondere entlang den flachen Bereichen, die die Lese-/Schreib-Elemente aufweisen.

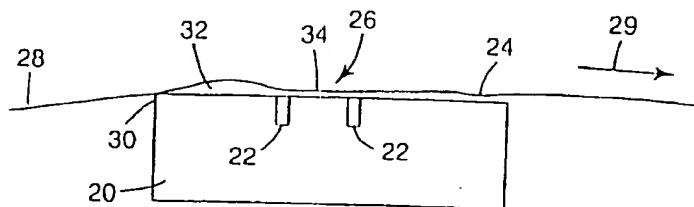
Fig. 14B zeigt den Reynold'schen Druck als Funktion des Relativ-Abstandes entlang des Magnetkopfes. Die horizontale Achse ist die gleiche wie in Fig. 14A. Der maximale Reynold'sche Druck tritt an den gleichen Bereichen auf wie der maximale Kontaktdruck.

Fig. 14C zeigt die Kopf-zu-Band-Beabstandung als Funktion des Relativ-Abstandes über den Magnetkopf. Die horizontale Achse ist die gleiche wie in Fig. 14A. Die vertikale Achse gibt die Hohlraum-Tiefe in 10^{-7} m an. Die maximale Kopf-zu-Band-Beabstandung ergibt sich an den gleichen Stellen wie der maximale Kontaktdruck und der maximale Reynold'sche Druck.

Patentansprüche

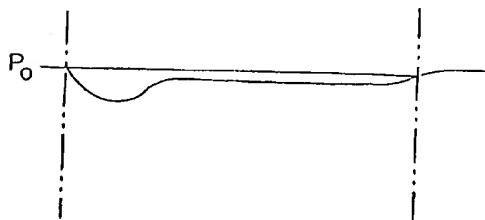
1. Magnetkopfvorrichtung für eine Linear-Bandvorrichtung, mit
 - einem Grenzflächen-Bereich (90), der einen im wesentlichen flachen Bereich (62, 64; 114, 116) mit einer im wesentlichen rechteckige vorderen Kante (84, 85) und in dem flachen Bereich (62, 64; 114, 116) mindestens eine Vertiefung (78) aufweist, wobei die Vertiefung (78) eine Tiefe zwischen ungefähr 0,5 µm und ungefähr 20 µm hat; und
 - mindestens einem Lese-/Schreib-Element (74, 76; 104, 106), das an dem flachen Bereich (62, 64;

- 114, 116) nahe der Vertiefung (78) angeordnet ist,
 – wobei die Bewegung eines den Grenzflächen-Bereich (90) passierenden Magnetbandes (52) einen Zustand bewirkt, in dem im wesentlichen über den Grenzflächen-Bereich (90) ein Druck unterhalb des Umgebungsdrucks herrscht, und das Band (52) bei seiner Bewegung über die Vertiefung (78) verformt wird, um die Band-Stabilität an einer Grenzfläche (81; 126) zu dem Lese-/Schreib-Element (74, 76; 104, 106) aufrechtzuhalten. 10
2. Vorrichtung nach Anspruch 1., gekennzeichnet durch ein Paar von Auslassschlitzen (70, 72; 118, 120) nahe dem Grenzflächen-Bereich (90), und ein Paar nahe an den Auslassschlitzen (70, 72; 118, 120) angeordneter Lenkteile (54, 58) zum Aufrechterhalten eines Umlaufungswinkels von weniger als 5° zwischen einem Magnetband (52) und dem Grenzflächen-Bereich (90). 15
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine Lese-/Schreib-Element (74, 76) zu jeder Seite der Vertiefung (78). 20
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch ein Paar von Vertiefungen (110, 112) in dem flachen Bereich (114, 116), wobei das Lese-/Schreib-Element (104, 106) in dem flachen Bereich (114, 116) zwischen den beiden Vertiefungen (110, 112) angeordnet ist. 25
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die vordere Kante (84, 85) ein Material mit höherer Verschleißfestigkeit als die Lese-/Schreib-Elemente (74, 76; 104, 106) aufweist. 30
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Grenzflächen-Bereich (90) eine Fläche von weniger als ungefähr 100 nm hat, die Vertiefung (78) eine in der Bandbewegungsrichtung gemessene Länge von weniger als ungefähr 2,0 mm hat und der flache Bereich (62, 64; 114, 116) eine in der Bandbewegungsrichtung gemessene Länge von weniger als 2,0 mm hat. 35
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertiefung (78) eine rechtwinklig zur Bandbewegungsrichtung gemessene Breite hat, die kleiner oder größer als die Breite des Magnetbandes (52) oder dieser gleich ist. 40
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Zustand des unterhalb des Umgebungsdruck liegenden Drucks einen Reynold'schen Druck von weniger als ungefähr 1 Atmosphäre aufweist. 45
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetkopfvorrichtung (50) in der Lage ist, das Aufzeichnen, Wiedergeben und/oder Löschen magnetischer Information in der Linear-Bandvorrichtung bidirektional durchzuführen. 50
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine Magnetkopfvorrichtung zum Servo-Schreiben aufweist. 55
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertiefung (78; 110, 112) eine Tiefe zwischen ungefähr 0,5 µm und 10 µm hat. 60



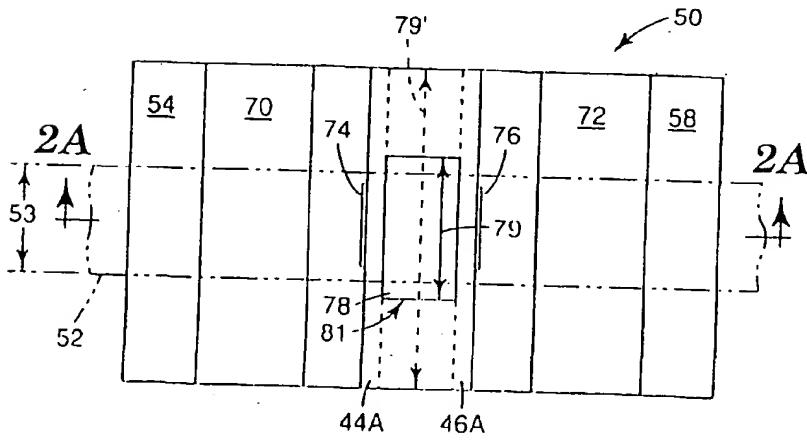
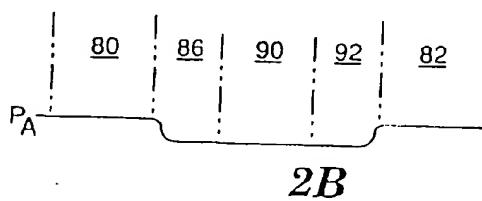
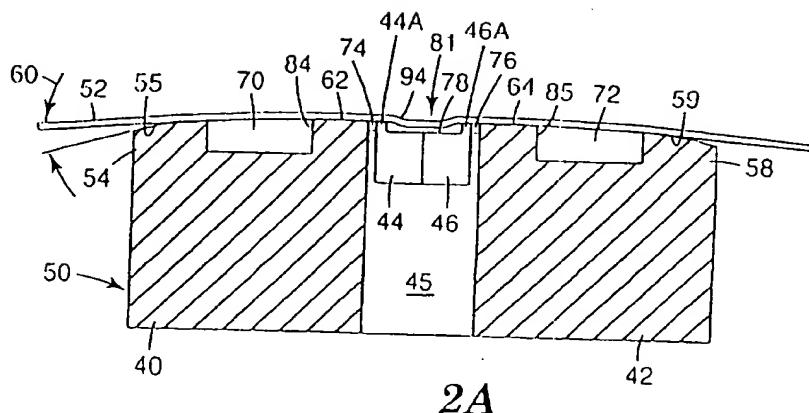
IA

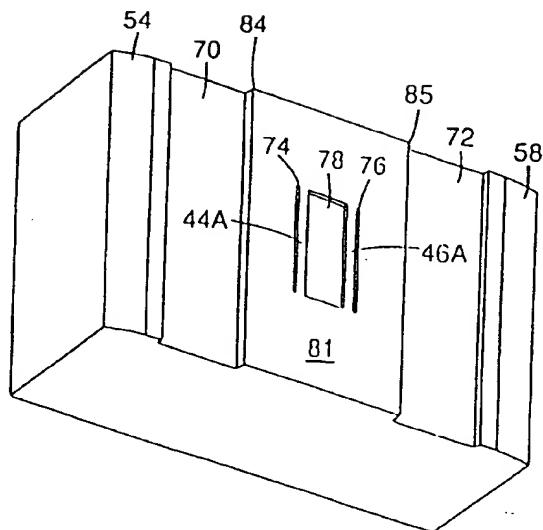
Stand der Technik



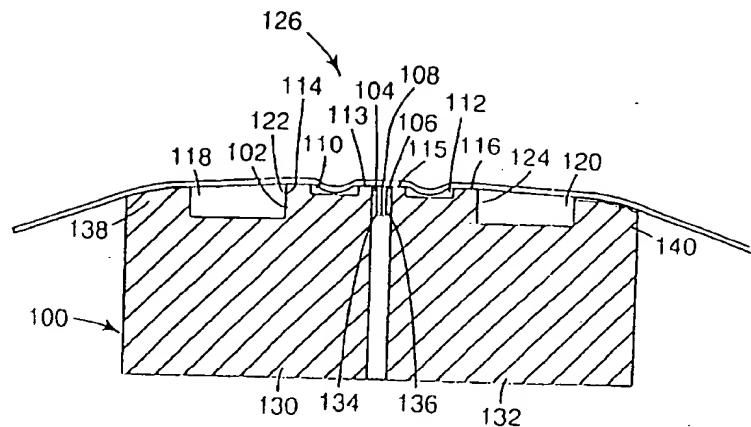
IB

Stand der Technik

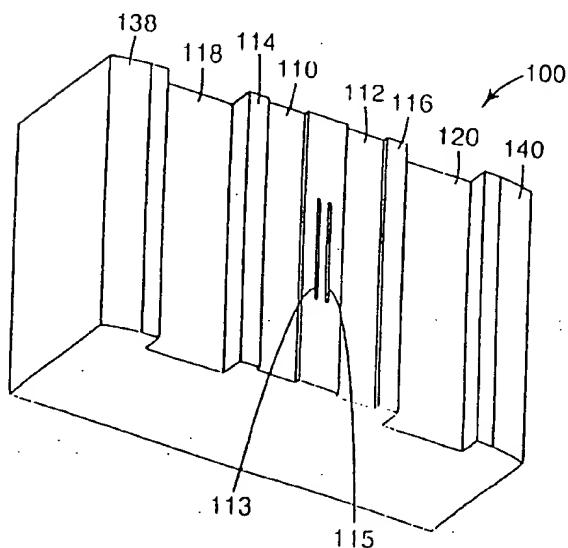




4



5A



5B

Nummer:

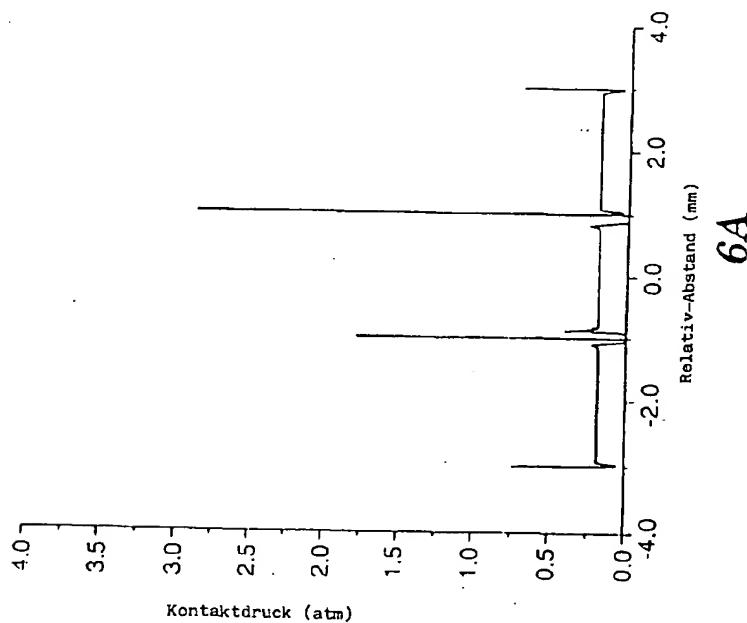
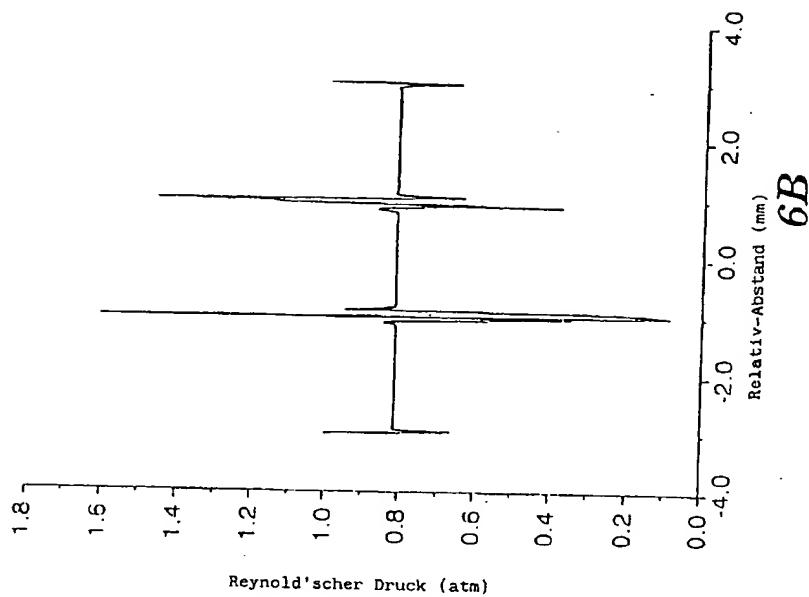
Int. Cl. 7:

Offenlegungstag:

DE 199 63 917 A1

G 11 B 5/60

6. Juli 2000



Nummer:

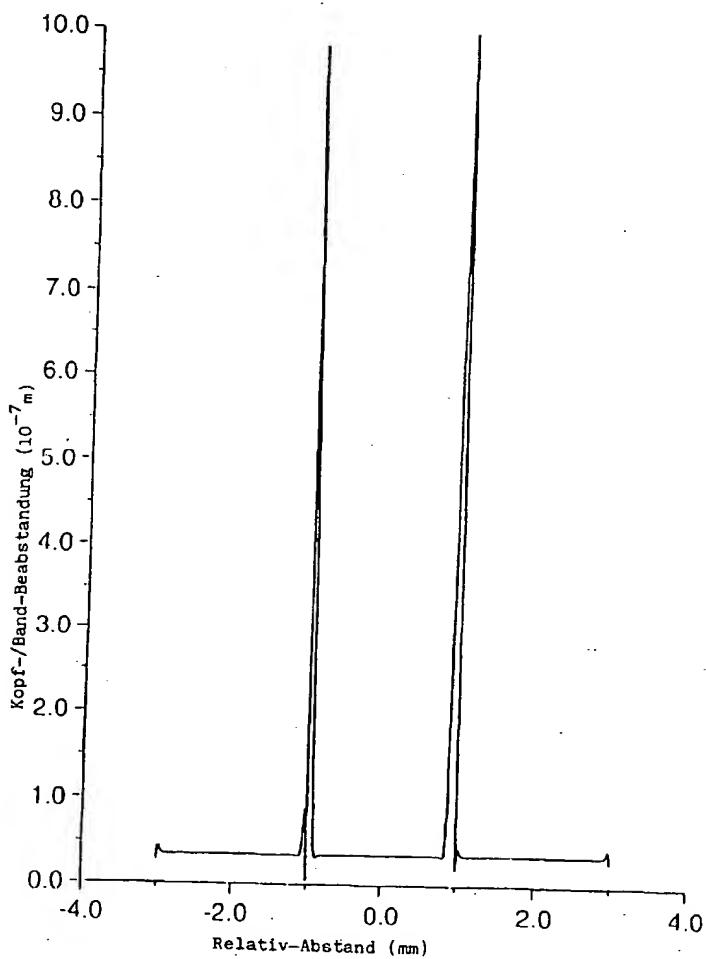
Int. Cl. 7.

Offenlegungstag:

DE 199 63 917 A1

G 11 B 5/60

6. Juli 2000



6C

Nummer:

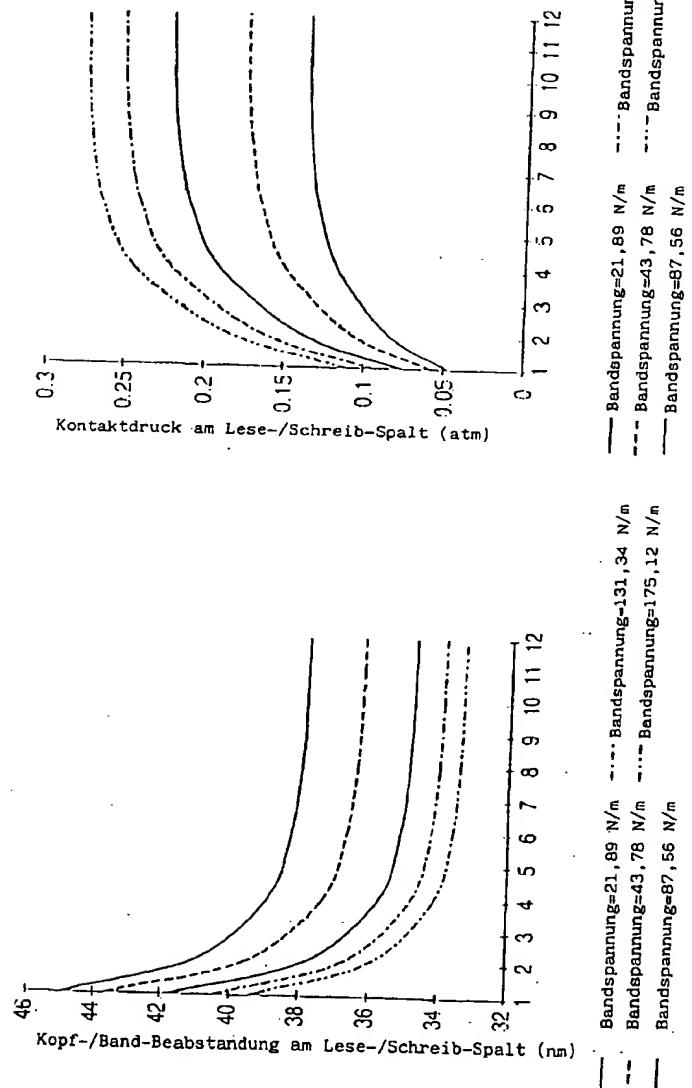
Int. Cl. 7

Offenlegungstag:

DE 199 63 917 A1

G 11 B 5/60

6. Juli 2000



8

7

Nummer:

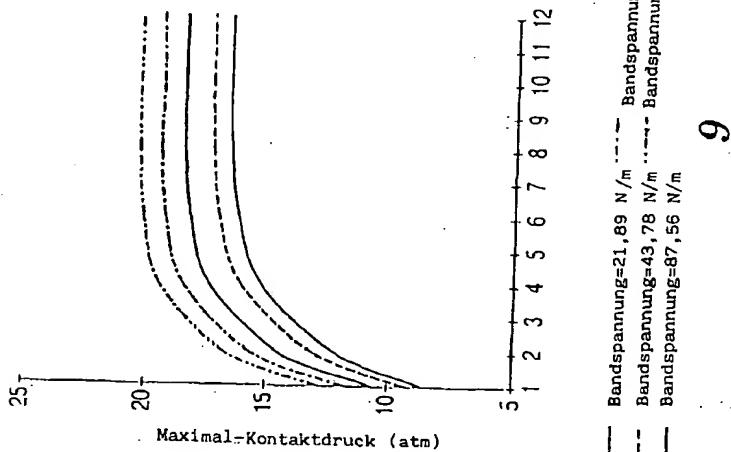
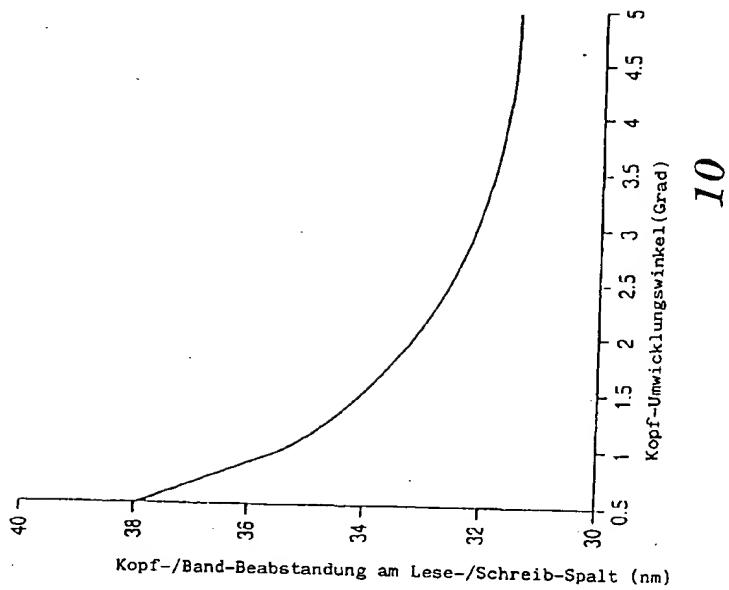
Int. Cl. 7:

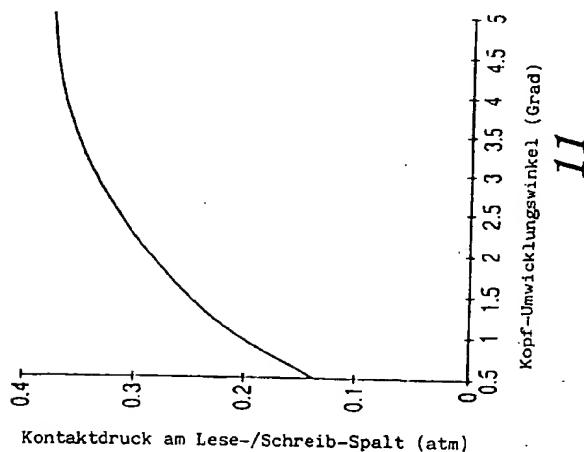
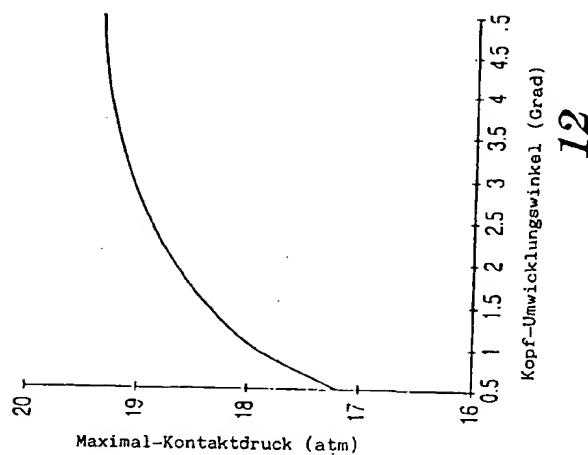
Offenlegungstag:

DE 199 83 917 A1

G 11 B 5/60

6. Juli 2000





Nummer:

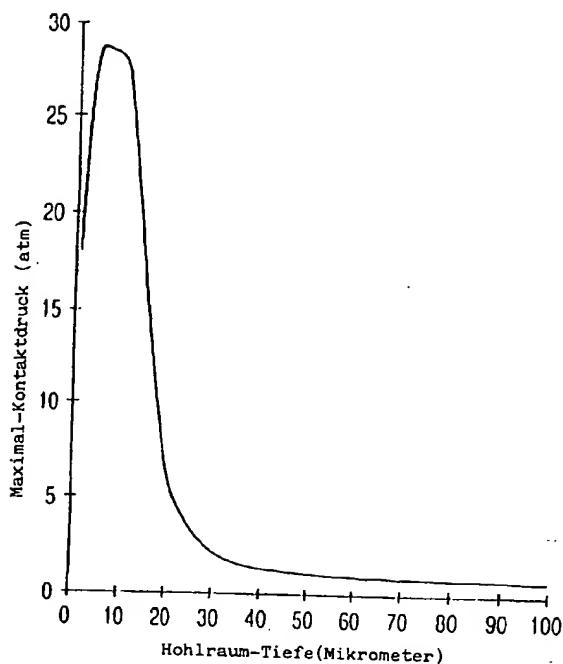
Int. Cl. 7:

Offenlegungstag:

DE 199 63 917 A1

G 11 B 5/60

6. Juli 2000



13

